

10
66-

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-248610

(43) 公開日 平成7年(1995)9月26日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 0 2 P
H 0 1 L 21/027		7352-4M		5 2 8

審査請求 未請求 請求項の数28 F D (全 13 頁)

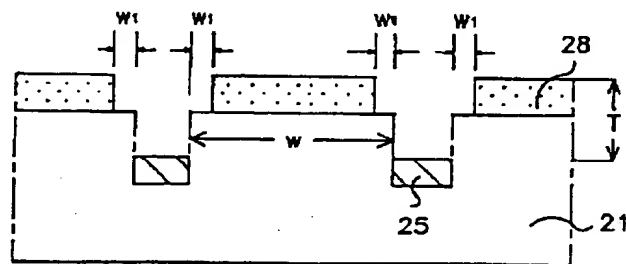
(21) 出願番号	特願平6-239709	(71) 出願人	591044131 エルジイ・セミコン・カンパニー・リミテッド 大韓民国 チュングチェオンブグド チェオンジュシ ヒャンギエオンードン 50
(22) 出願日	平成6年(1994)9月8日	(72) 発明者	ズン・ソク・リ 大韓民国・ソウルーシ・ソンプクーグ・ザンイ 1-ドン・182-18
(31) 優先権主張番号	4 2 1 8 / 1 9 9 4	(72) 発明者	フン・ホ 大韓民国・ソウルーシ・ソンドンーグ・ヘンダンードン・328-89
(32) 優先日	1994年3月4日	(74) 代理人	弁理士 山川 政樹
(33) 優先権主張国	韓国 (K R)		

(54) 【発明の名称】 位相反転マスク及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 位相反転効果を向上させることのできる位相反転マスク及びその製造方法を提供すること。

【構成】 光遮蔽層を基板に設けたトレンチ内部に形成する。



②

CMP

⑪

⑫

図48

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一定の間隔を置いて形成された 1 つ以上のトレンチ (23) を有する透明基板 (21) と、上記トレンチ (23) 内に一部が埋め込まれた不透明層 (25) と、上記トレンチ (23) 間の基板 (21) の表面に形成された位相反転層 (28) とを含むことを特徴とする位相反転マスク。

【請求項 2】 上記透明基板 (21) は、石英基板であることを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

【請求項 3】 上記不透明層 (25) は、光遮蔽層として機能することを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

【請求項 4】 上記不透明層 (25) は、クロム膜またはアルミニウム膜のいずれか 1 つを用いることを特徴とする請求項 3 記載の位相反転マスク。

【請求項 5】 上記位相反転層 (28) としては、酸化膜、PMMA、SOG または石英のいずれか 1 つを用いることを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

【請求項 6】 上記位相反転層 (28) の幅は、上記隣接するトレンチ (23) 間の距離と同等であるかその以下であることを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

【請求項 7】 上記透明基板 (21) は、トレンチ (23) の両側に形成された溝 (29) をさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

【請求項 8】 上記溝 (29) の幅は、トレンチ (23) 間の距離の半分以下であることを特徴とする請求項 7 記載の位相反転マスク。

【請求項 9】 上記不透明層 (25) の厚さは、トレンチ (23) の深さよりも小さいことを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

【請求項 10】 上記位相反転層 (28) の厚さを T とし、上記位相反転層 (28) の屈折率を n とし、露光源の波長を λ とすると、次の式が成立することを特徴とする請求項 1 記載の位相反転マスク。

$$T = \lambda / 2 (n - 1)$$

【請求項 11】 透明基板 (21) 上に有機質感光膜 (22) を塗布した後、フォトリソグラフィエッチングして、第 1 感光膜 (22) パターンを形成するステップと、パターンニングされた感光膜 (22) をマスクとして上記透明基板 (21) をエッチングし、1 つ以上のトレンチ (23) を形成するステップと、基板全面にわたり金属膜 (24) を塗布し、金属膜 (24) をエッチバックして、トレンチ (23) 内に埋込形態に不透明層 (25) を形成するステップと、上記基板全面に位相反転層 (26) を蒸着するステップと、エッチングされない基板 (21) 上の位相反転層 (2

6) 上に第 2 感光膜 (27) パターンを形成するステップと、

エッチングされない透明基板 (21) の表面に位相反転層 (28) を形成し、位相反転層 (28) と不透明層 (25) との間の基板 (21) を露出させるステップとを含むことを特徴とする位相反転マスクの製造方法。

【請求項 12】 上記不透明層 (25) は、光遮蔽層として機能することを特徴とする請求項 11 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 13】 上記金属膜 (24) としては、クロム膜またはアルミニウム膜を用いることを特徴とする請求項 11 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 14】 上記透明基板 (21) は、石英基板であることを特徴とする請求項 11 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 15】 上記位相反転層 (28) としては、酸化膜、PMMA、SOG、石英のいずれか 1 つを用いることを特徴とする請求項 11 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 16】 上記位相反転層 (28) の幅は、エッチングされない基板の幅と同等であるかその以下であることを特徴とする請求項 11 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 17】 上記位相反転層 (28) の形成後、露出された基板 (21) をエッチングしてトレンチ (23) の両側に溝 (29) 形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 11 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 18】 上記不透明層 (25) と位相反転層 (28) とをマスクとして露出された基板 (21) を乾式エッチングし、溝 (29) を形成することを特徴とする請求項 17 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 19】 上記露出された基板 (21) は、位相反転層 (28) と位相が 180° 反転される深さにエッチングされることを特徴とする請求項 17 記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項 20】 相互に一定間隔を置いて形成された 1 つ以上のトレンチ (23) と、上記トレンチ (23) の両側に形成された溝 (29) とを有する透明基板 (21) と、

上記トレンチ (23) 内に埋込形態に形成された不透明層 (25) とを含むことを特徴とする位相反転マスク。

【請求項 21】 透明基板 (21) 上に有機質感光膜 (22) を塗布した後、フォトリソグラフィエッチングして感光膜パターンを形成するステップと、

上記パターンニングされた感光膜 (22) をマスクとして透明基板 (21) をエッチングし、1 つ以上のトレンチ (23) を形成するステップと、

基板全面にわたり金属膜 (24) を塗布し、金属膜 (24) をエッチバックして、トレンチ (23) 内に埋込形

態に不透明層(25)を形成するステップと、エッチングされない透明基板(21)の表面に位相反転物質(28)を形成し、位相反転層(28)と不透明層(25)との間の基板(21)を露出させるステップと、

露出された基板(21)をエッチングして、トレンチ(23)の両側に溝(29)を形成するステップと、上記位相反転層(28)を除去して、基板(21)の全面を露出させるステップとを含むことを特徴とする位相反転マスクの製造方法。

【請求項22】 相互に一定間隔を置いて形成された1つ以上のトレンチ(23)を有する透明基板(21)と、

トレンチ(23)内に完全に埋め込まれて、基板(21)の表面と同一平面を成す不透明層(25)と、上記不透明層(25)上に形成された位相反転層(28)とを含むことを特徴とする位相反転マスク。

【請求項23】 上記不透明層(25)の幅よりも位相反転層(28)の幅が大きいことを特徴とする請求項22記載の位相反転マスク。

【請求項24】 上記基板(21)は、位相反転層(28)の間に形成されたりセス部(30)を有することを特徴とする請求項22記載の位相反転マスク。

【請求項25】 上記りセス部(30)の幅は、位相反転層(28)の間の距離と同一であることを特徴とする請求項24記載の位相反転マスク。

【請求項26】 透明基板(21)上に有機質感光膜(22)を塗布した後、フォトリソグラフィエッチングして、感光膜パターンを形成するステップと、パターンニングされた感光膜(22)をマスクとして透明基板(21)をエッチングし、1つ以上のトレンチ(23)を形成するステップと、

基板全面にわたり金属膜(24)を塗布し、金属膜(24)をエッチバックして、トレンチ(23)内に表面が基板(21)の表面と同一平面を成す不透明層(25)を形成するステップと、

上記不透明層(25)上に位相反転層(28)を形成し、位相反転層(28)の間のエッチングされない基板(21)を露出させるステップとを含むことを特徴とする位相反転マスクの製造方法。

【請求項27】 上記不透明層(25)を形成する方法としては、化学的・物理的研磨方法を用いることを特徴とする請求項26記載の位相反転マスクの製造方法。

【請求項28】 上記位相反転層(28)の形成後、上記露出された基板(21)をエッチングし、位相反転層(28)の間の基板(21)にりセス部(30)を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項26記載の位相反転マスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フォトリソグラフィエッチング技術に関し、特に、解像度を向上させることのできる位相反転マスク及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、半導体素子が高集積化され、パッケージ密度が高くなるに伴い微細な線幅を有するフォトマスクが要求されており、特別な変形製造技術も発表されている。

【0003】一般に、フォトリソグラフィは紫外線のような波長の光をフォトマスクを通じて半導体基板上に塗布されたフォトレジストの表面に透過させて、イメージパターンを形成する技術である。

【0004】一般のフォトマスクは、不透明パターンと透明パターンとで構成されて選択的な露光ができるようになっているが、パターン密度の増加に伴って回折現象が発生するので、解像度の向上に制限がある。そのため、位相反転リソグラフィを用いて解像度を改善させる工程が多方面にわたり研究されてきた。

【0005】位相反転リソグラフィは、一般透光領域と位相反転物質から作成された180°位相反転された透光領域とを組み合わせることで透過領域として用いる技術である。透光領域で透光領域間の相殺干渉を起こして光の回折問題も減少させることもできる。

【0006】従って、光の強度を鋭く変調させパターンイメージをマスクイメージに近く形成することが可能であり、非常に複雑なパターンも転写が可能のように、様々なリソグラフィ技術が開発されている。

【0007】位相反転マスクとしては、隣合う透光領域の一方に光の位相を反転させる透光膜が形成されたりベンソントタイプ(Levenson type)マスクと、異なる2つの透光領域の端部で位相を反転させてマスク通過後の光感度を下げるエッジ強調形マスクなどがある。

【0008】エッジ強調形位相反転マスクは、位相反転物質のパターンを位相反転物質の下部に形成された光遮蔽層の幅よりも広く形成し、位相反転物質のパターンをエッチマスクとして光遮蔽層の両側の側壁を選択的に湿式エッチングして製造することによって、エッチングされた光遮蔽層の幅だけ位相反転の効果が現れるようにする。

【0009】図1～図3は、従来の位相反転マスクの製造工程図である。下部透明基板11に不透明な光遮蔽層12を形成し、その上に位相反転膜13を塗布する(図1)。感光膜14をマスクとして位相反転膜13と光遮蔽層12とをエッチングし、下部透明基板11の表面を露出させる(図2)。感光膜14を除去した後、位相反転膜13をマスクとして光遮蔽層12の周縁を等方性エッチング(湿式エッチング)し、線幅を調節して位相反転マスクを製造する(図3)。

【0010】図3、図4は、従来の位相反転マスクの光波形図を示したものである。従来の位相反転マスクは、エッジ部分で正確に位相反転が生じないため、ウエハ上に照射された光の強度が図4に示すようになり、ウエハ15上に図5のような感光膜パターン16が得られる。そのため、従来の位相反転マスクを用いてウエハ上に所望の感光膜パターンを得ることが不可能になる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の位相反転マスクは、遮蔽層の周縁を等方性湿式エッチングするとき、アンダーカット現象が発生されて、正確な位相反転効果を期待することは困難である。また、透明基板上に位相反転膜及び光遮蔽層のパターン形成の時、逆CD (Reverse Critical Dimension) 構造を有するので、マスク欠陥時にその修正が難しい。さらに、表面レベルの均一により、側面が不安定である。

【0012】本発明の目的は、上記した従来の問題点を解決するためになされたもので、光遮蔽層を基板のトレレンチ内部に形成して、位相反転層の厚さ及び線幅を容易に調節することにより、位相反転効果を向上させることのできる位相反転マスク及びその製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明による位相反転マスクは、一定の間隔を置いて形成された1つ以上のトレレンチを有する透明基板と、上記トレレンチ内に一部が埋め込まれた不透明層と、上記トレレンチ間の基板の表面に形成された位相反転層とを含むことを特徴とする。

【0014】また、本発明による位相反転マスクの製造方法は、透明基板上に有機質感光膜を塗布した後、フォトリソグラフィエッチングして、感光膜パターンを形成するステップと、パターンニングされた感光膜をマスクとして透明基板をエッチングし、1つ以上のトレレンチを形成するステップと、基板全面にわたり金属膜を塗布し、金属膜をエッチバックして、トレレンチ内に埋込形態に不透明層を形成するステップと、エッチングされない透明基板の表面に位相反転層を形成し、位相反転層と不透明層との間の基板を露出させるステップとを含むことを特徴とする。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。

【0016】図6～図12は、本発明の第1実施例による位相反転マスクの製造工程図である。透明な石英基板21上に有機質感光膜22を塗布し、フォトリソグラフィエッチングして幅がWである感光膜パターンを形成する(図6)。上記パターンニングされた感光膜22をマスクとして基板21をエッチングし、トレレンチ23を形成

する(図7)。上記感光膜22を全部除去した後、クロム膜24が、上記トレレンチ23を完全に埋め込むように、基板21上に塗布する(図8)。クロム膜24をエッチバックして、不透明層25をトレレンチ23内に埋込形態で形成する(図9)。トレレンチ23が完全に埋め込まれるように酸化膜26を塗布し、酸化膜26上に有機質感光膜27を再び塗布する。感光膜27をフォトリソグラフィエッチングして、感光膜パターンを形成する

(図10)。この時、感光膜27が除去された部分で酸化膜26が露出される。感光膜27のパターンは、トレレンチ形成のための感光膜22のパターン幅よりも2W₁だけ小さい幅を有する。パターンニングされた感光膜27をマスクとして露出された酸化膜26をエッチングし、トレレンチ間のエッチングされない基板21上に位相反転層28を形成し(図11)、感光膜27を除去する(図12)。そのため、不透明層25がトレレンチ23内に埋め込まれたエッジ強調形位相反転マスクが得られる。

【0017】本発明は、透明基板21の表面段差を減らすために、透明基板21の表面をエッチングしてトレレンチ23を形成し、光遮蔽層である不透明層25のトレレンチ23の内部に形成することにより、光遮蔽層である不透明層25の周辺の位相反転層28の厚さ及び線幅を容易に調節することが可能であり、位相反転効果を高めることができる。

【0018】この時、それぞれの位相反転層を通じた光の位相が半分波長(π)だけ反転されるように、位相反転層の厚さ(T)が決定されなければならないし、その最適厚さは次の式で決定される。

$$\pi = k(n - n_0) \cdot T = 2\pi(n - 1)T / \lambda$$

$$\therefore T = \lambda / 2(n - 1)$$

ここで、 λ は露光波長、kは屈折常数、 n_0 =空気屈折率(=1)、nは露光波長に対する位相反転物質の屈折率である。

【0019】位相反転層28は、位相反転層28の間のエッチングされないシリコン基板21の幅と同等であるかその以下に形成され、透明な基板21上に整列されるので、位相反転層28の両側のエッジで位相差が発生されるようにする。

【0020】光遮蔽層としての不透明層の物質は、クロムの代わりにアルミニウムを用いることも可能であり、位相反転層28は酸化膜の代わりにPMMA (Poly methyl Metacrylate)、SOG (Spin On Glass) または石英のいずれか1つを用いることもできる。

【0021】図13の位相反転マスクの使用時、位相反転マスクを透過した光は図14のような位相を有する。

【0022】図14を参照すれば、本発明の位相反転マスクを透過した光とエッジ部分において(+)振幅を有し、ウエハ上における光振幅と光強度は、それぞれ図15及び図16の通りである。

【0023】そのため、光透過時、エッジ部分の位相反転効果を最適化することが出来、図17のようにウエハ31上の感光膜32のパターンは、解像度が向上される。

【0024】図18～図25は、本発明の第2実施例による位相反転マスクの製造工程図である。図18～図24の工程は、図6～図12の工程と同様である。但し、第2実施例では、図24の位相反転層28の形成後、位相反転層28の下部の石英基板21を両側で幅 W_1 だけエッチングする工程が追加される。

【0025】図25を参照すると、図24において位相反転層28の形成により、位相反転層28の両側に幅 W だけ露出された基板21を位相反転層28及び不透明層25をマスクとして乾式エッチングし、トレンチ23の両側に溝29を形成する。石英基板21は、エッチ部分の光感度をできるだけ大きくすることが出来る最適厚さ(T')だけエッチングする。

【0026】位相反転が起こる厚さ(T)は、 $T=T'-d$ である。この際、 T' は、石英基板21のエッチング厚さ、 d は、位相反転層25の厚さである。

【0027】図26～図29は、図18～図25の第2実施例によるマスクの光波形図であり、図13～図17の第1実施例によるマスクと同様な効果が得られる。

【0028】図30～図38は、本発明の第3実施例によるマスクの製造工程図であり、図39～図42は、それによる光の波形図である。第3実施例は、第2実施例のマスク製造工程に位相反転層28の除去工程が追加される。

【0029】図37のように、位相反転層28をマスクとして露出されたシリコン基板21を乾式エッチングして溝29を形成した後、図38のように、位相反転層28を除去して位相反転マスクを形成する。

【0030】図43～図48は、本発明の第4実施例によるマスクの製造工程図である。透明な石英基板21上に有機質感光膜22を塗布し、フォトリソグラフィエッチング技術を用いて幅が W の感光膜パターンを形成する(図43)。

【0031】上記パターンニングされた感光膜22をマスクとして基板21をエッチングしてトレンチ23を形成し(図44)、上記感光膜22を除去した後、クロム膜24により上記トレンチ23を完全に埋め込むように、基板21上に塗布する(図45)。

【0032】化学的-物理的研磨方法により、石英基板21と同一高さを有する不透明層25を形成して全表面がスムーズな表面を維持するように平坦化する(図46)。

【0033】全表面にわたり酸化膜26を塗布し、酸化膜上に感光膜27をさらに塗布する。感光膜27をフォトリソグラフィエッチングして感光膜パターンを形成する(図47)。パターンニングされた感光膜27をマスク

として露出された酸化膜26をエッチングして位相反転層28を形成する(図48)。

【0034】位相反転層の形成後、感光膜27を除去すると、トレンチ23内に不透明層25が完全に埋め込まれたエッジ強調形位相反転マスクが得られる。

【0035】上記第1ないし第3実施例においては、不透明層25がトレンチ23内に一部分のみ埋め込まれているが、第4実施例においては、トレンチ23内に不透明層25が完全に埋め込まれてその表面が基板21の表面と一致する。

【0036】図50～図52は、前記第4実施例による光波形図を示すもので、不透明層25がトレンチ内で一部分のみ埋め込まれた第1実施例による図13～図17の光波形とは 180° の位相差があるが、ウエハ上の光強度は同一であるので、先の実施例と同様にエッジ部分において最適の位相反転効果が得られる。

【0037】図53～図60は、本発明の第5実施例による位相反転マスクの製造工程図であり、図61～図64は、この第5実施例による位相反転マスクの光波形図である。第5実施例においては、図59及び図60のように、位相反転層28をマスクとして露出された基板21をエッチングしてリセス部30を形成し、その後、位相反転層28を除去する。

【0038】

【発明の効果】上記のような本発明によれば、次のような効果が得られる。

(1) 不透明層である光遮蔽層を基板のトレンチ内に埋込形態に形成することにより、位相反転層の欠陥を容易に修正することが出来、従来のエッジ強調形よりも構造的に安定した位相反転マスクを製作することが出来る。

(2) 位相反転層と光遮蔽層との側壁を垂直に形成して光透過時に、パターンエッジ部分の位相反転効果を最適化することが出来る。

(3) 光遮蔽層の周辺の位相反転層の厚さ及び線幅の調節を容易にすることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の位相反転マスクの製造工程図である。

【図2】 従来の位相反転マスクの製造工程図である。

【図3】 従来の位相反転マスクの製造工程図である。

【図4】 図1の光波形図である。

【図5】 図1の光波形図である。

【図6】 本発明の第1実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図7】 本発明の第1実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図8】 本発明の第1実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図9】 本発明の第1実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図10】 本発明の第1実施例による位相反転マスク

の製造工程図である。

【図 11】 本発明の第 1 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 12】 本発明の第 1 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 13】 第 1 実施例の光波形図である。

【図 14】 第 1 実施例の光波形図である。

【図 15】 第 1 実施例の光波形図である。

【図 16】 第 1 実施例の光波形図である。

【図 17】 第 1 実施例の光波形図である。

【図 18】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 19】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 20】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 21】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 22】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 23】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 24】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 25】 本発明の第 2 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 26】 第 2 実施例の光波形図である。

【図 27】 第 2 実施例の光波形図である。

【図 28】 第 2 実施例の光波形図である。

【図 29】 第 2 実施例の光波形図である。

【図 30】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 31】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 32】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 33】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 34】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 35】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 36】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 37】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 38】 本発明の第 3 実施例による位相反転マスク

の製造工程図である。

【図 39】 第 3 実施例の光波形図である。

【図 40】 第 3 実施例の光波形図である。

【図 41】 第 3 実施例の光波形図である。

【図 42】 第 3 実施例の光波形図である。

【図 43】 本発明の第 4 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 44】 本発明の第 4 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 45】 本発明の第 4 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 46】 本発明の第 4 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 47】 本発明の第 4 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 48】 本発明の第 4 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 49】 第 4 実施例の光波形図である。

【図 50】 第 4 実施例の光波形図である。

【図 51】 第 4 実施例の光波形図である。

【図 52】 第 4 実施例の光波形図である。

【図 53】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 54】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 55】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 56】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 57】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 58】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 59】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 60】 本発明の第 5 実施例による位相反転マスクの製造工程図である。

【図 61】 第 5 実施例の光波形図である。

【図 62】 第 5 実施例の光波形図である。

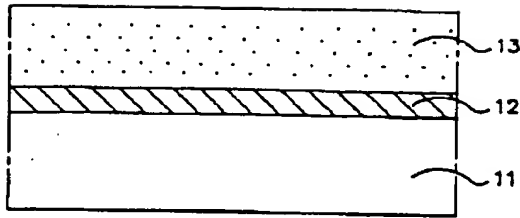
【図 63】 第 5 実施例の光波形図である。

【図 64】 第 5 実施例の光波形図である。

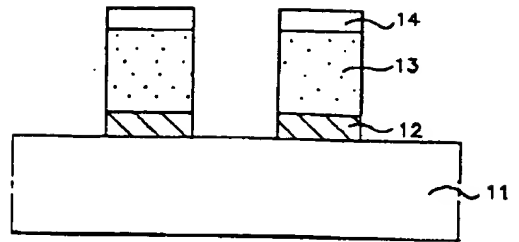
【符号の説明】

21…透明基板、22, 27…感光膜、23…トレンチ、24…クロム膜、25…不透明層（光遮蔽層）、26…酸化膜、28…位相反転層、29…溝、30…リセス部。

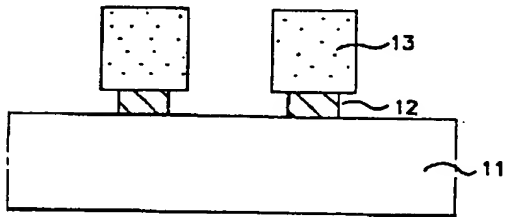
【図1】



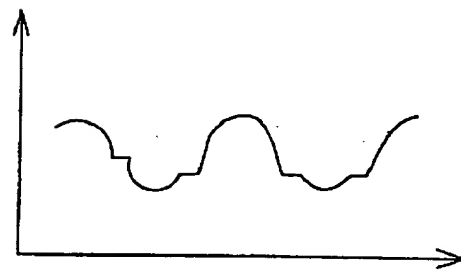
【図2】



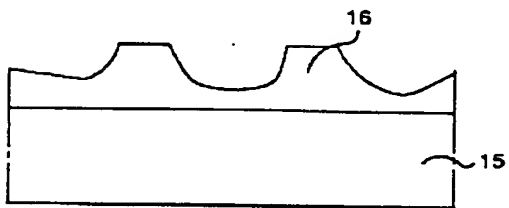
【図3】



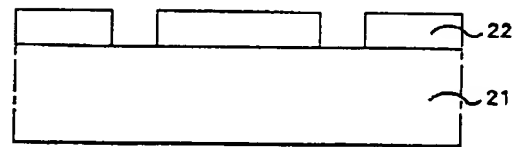
【図4】



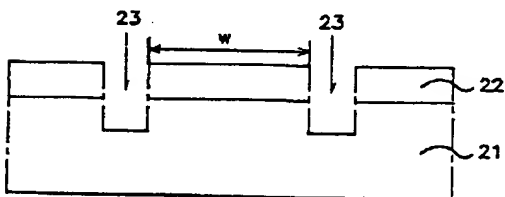
【図5】



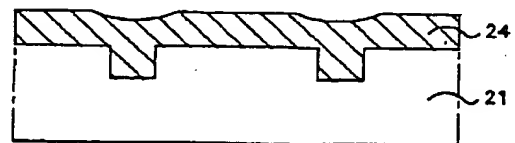
【図6】



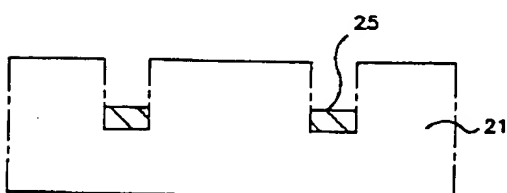
【図7】



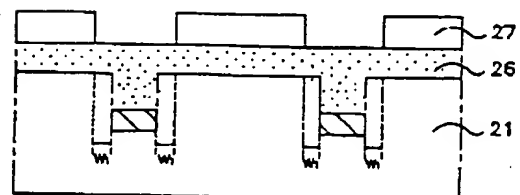
【図8】



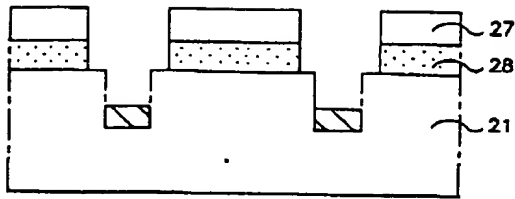
【図9】



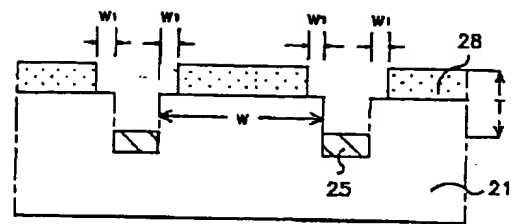
【図10】



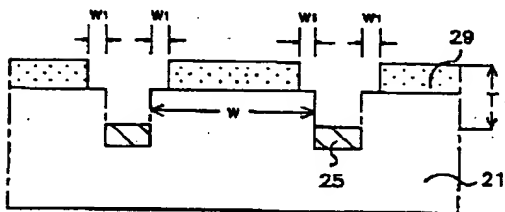
【図 11】



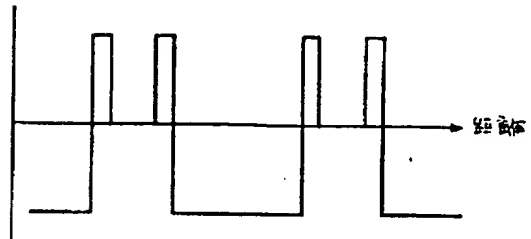
【図 12】



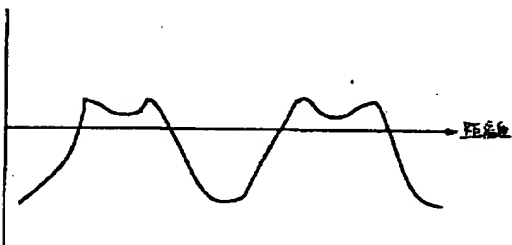
【図 13】



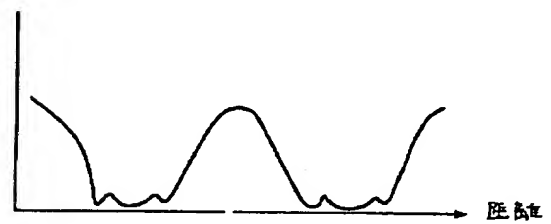
【図 14】



【図 15】



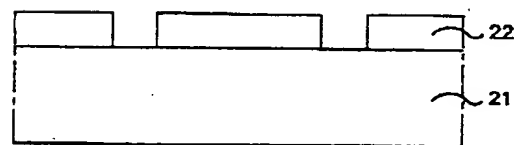
【図 16】



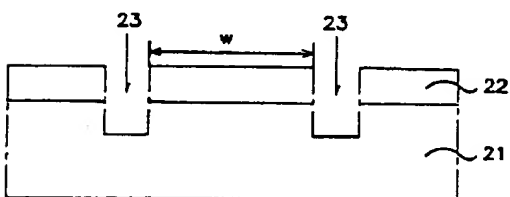
【図 17】



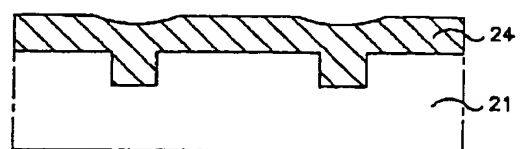
【図 18】



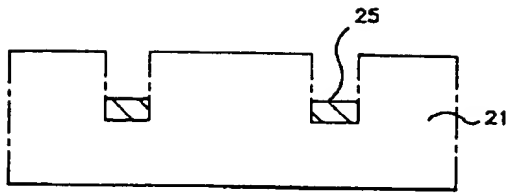
【図 19】



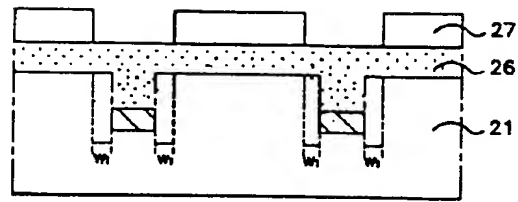
【図 20】



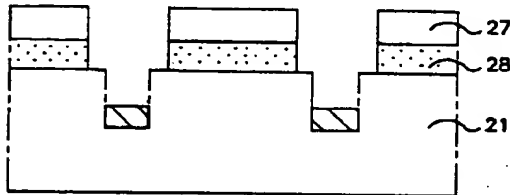
【図 2 1】



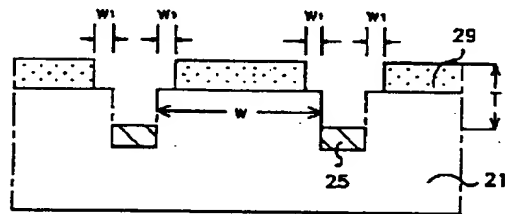
【図 2 2】



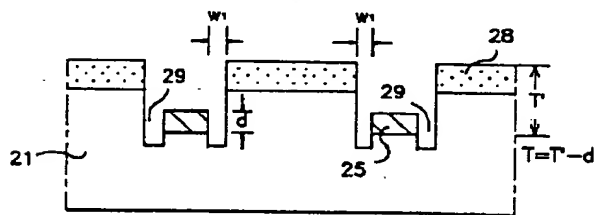
【図 2 3】



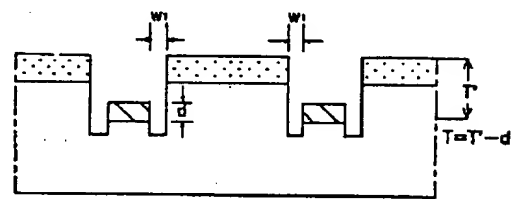
【図 2 4】



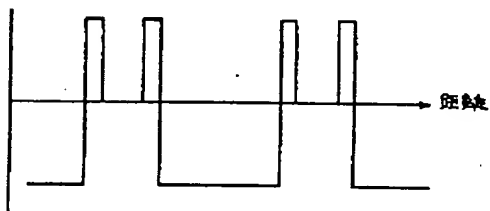
【図 2 5】



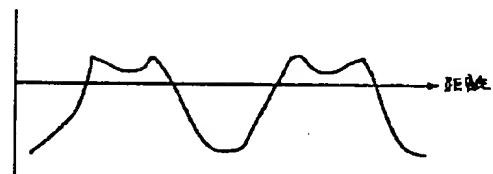
【図 2 6】



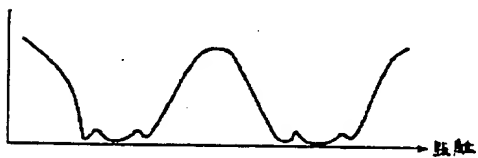
【図 2 7】



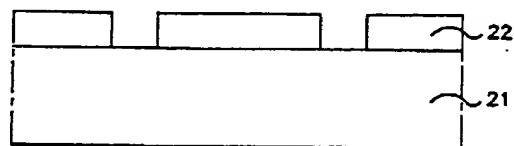
【図 2 8】



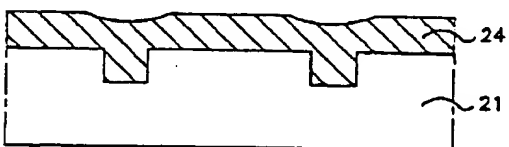
【図 2 9】



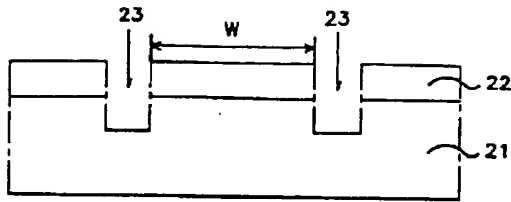
【図 3 0】



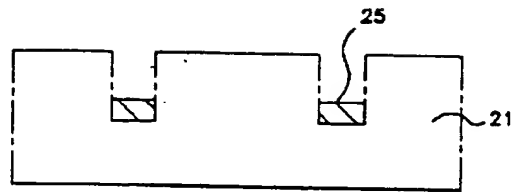
【図 3 2】



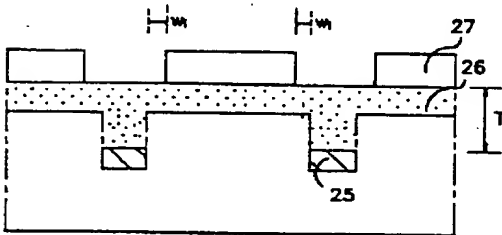
【図 3 1】



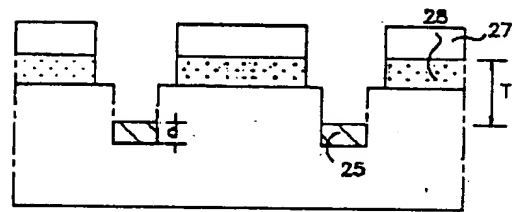
【図 3 3】



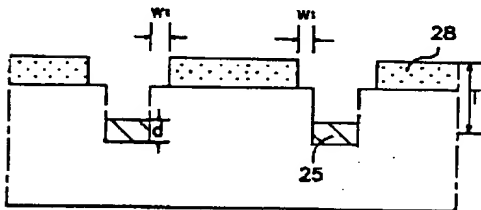
【図 3 4】



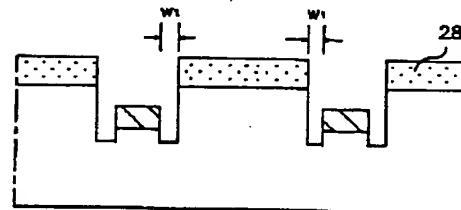
【図 3 5】



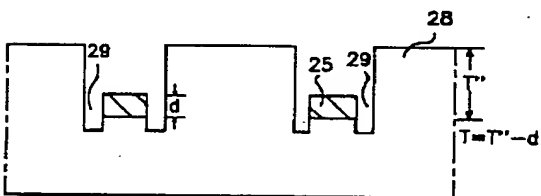
【図 3 6】



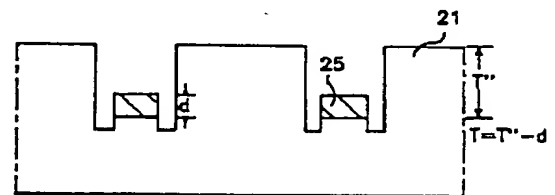
【図 3 7】



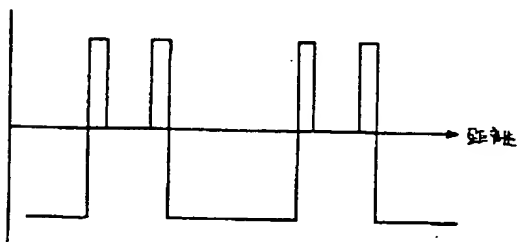
【図 3 8】



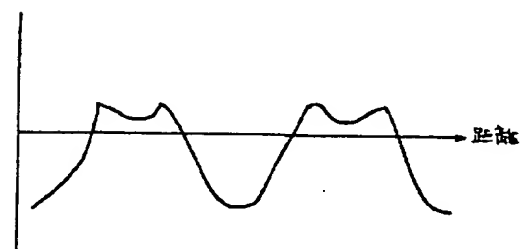
【図 3 9】



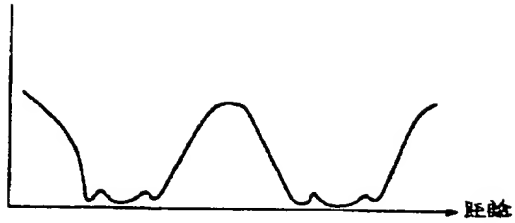
【図 4 0】



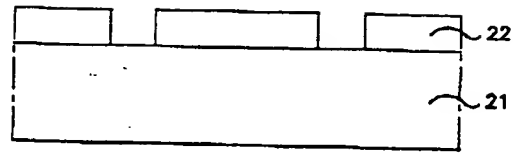
【図 4 1】



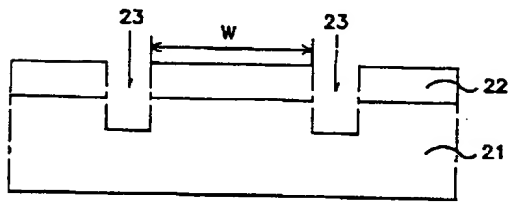
【図42】



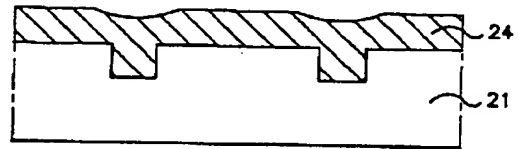
【図43】



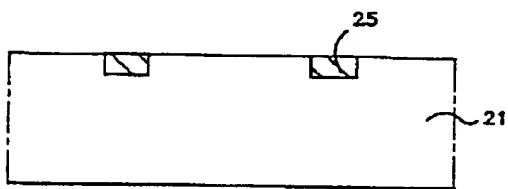
【図44】



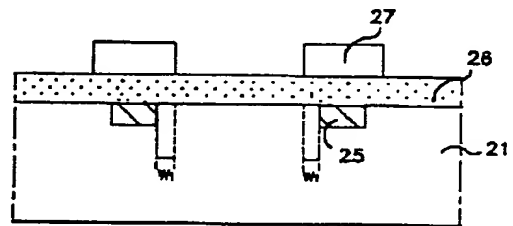
【図45】



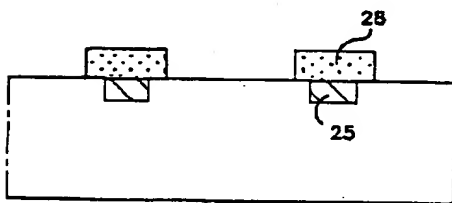
【図46】



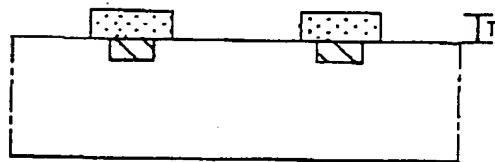
【図47】



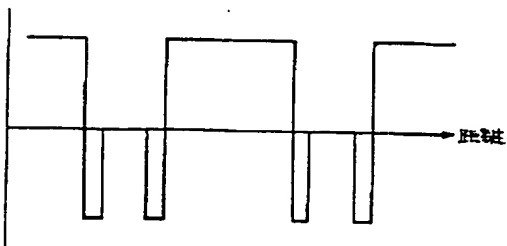
【図48】



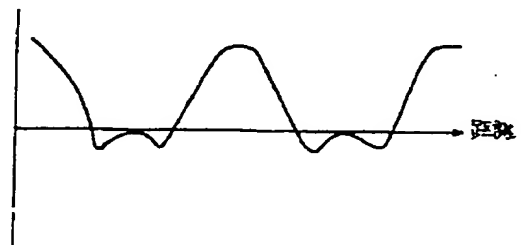
【図49】



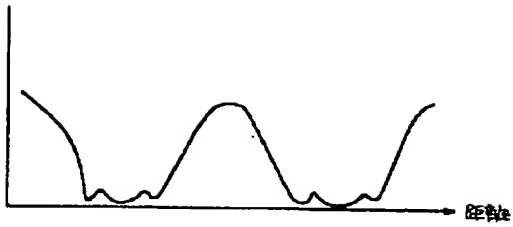
【図50】



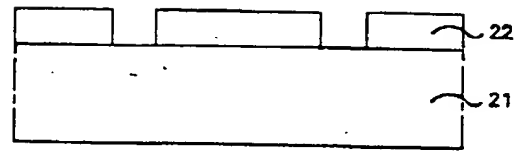
【図51】



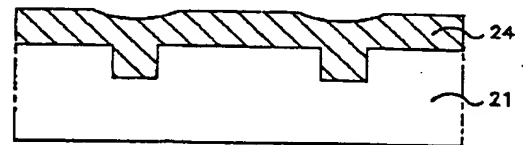
【図52】



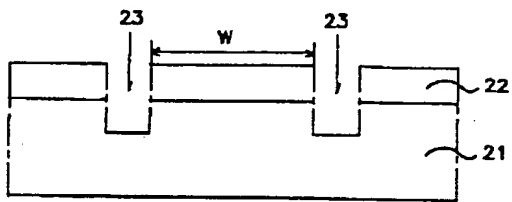
【図53】



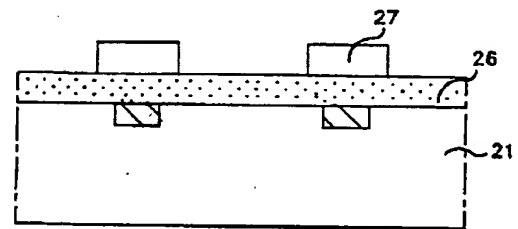
【図55】



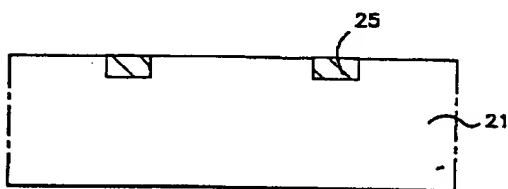
【図54】



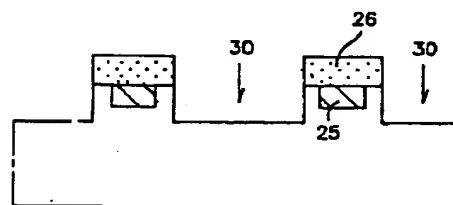
【図57】



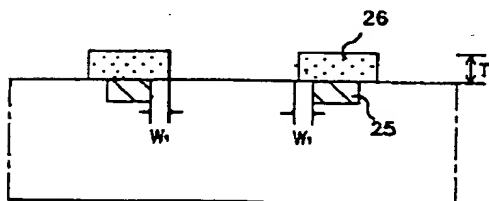
【図56】



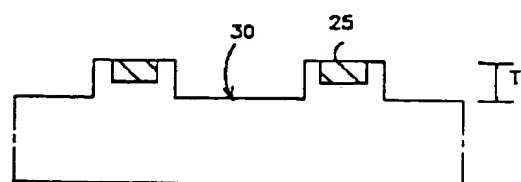
【図59】



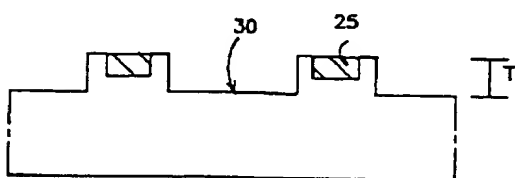
【図58】



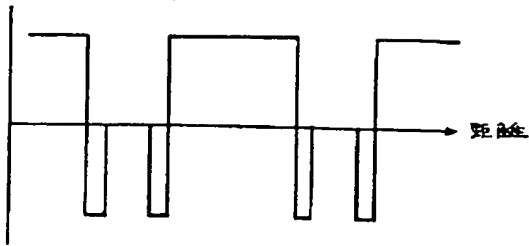
【図61】



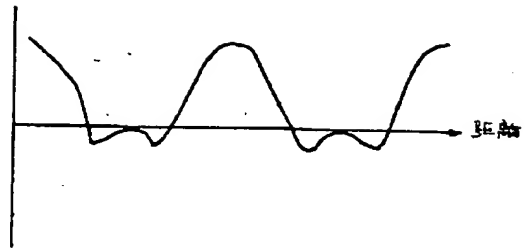
【図60】



【図62】



【図63】



【図64】

